

Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis UNS Ke 42 Tahun 2018

“Peran Keanekaragaman Hayati untuk Mendukung Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia”

Pemanfaatan Citra Satelit untuk Membangkitkan Informasi Suhu Udara Guna Mendukung Pengelolaan Sumberdaya Air**Arif Faisol¹, Indarto², Elida Novita², Budiyo³**¹ *Jurusan Teknologi Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Papua*² *Jurusan Teknik Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Jember*³ *Jurusan Agroteknologi – Fakultas Pertanian - Universitas Papua***Abstrak**

Suhu udara merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan air tanaman. Terbatasnya jumlah stasiun iklim mengakibatkan tidak semua wilayah memiliki informasi suhu udara. Citra satelit yang memiliki spektrum gelombang elektromagnetik (band) *red*, *near-infrared*, dan *thermal infrared* dapat digunakan untuk membangkitkan informasi suhu udara sehingga menjadi solusi alternatif, salah satunya adalah citra satelit *Moderate Resolution Imaging Spektrometri* (MODIS). Informasi suhu udara dibangkitkan melalui pendekatan penutup lahan. Penelitian menunjukkan bahwa suhu udara di Manokwari yang dibangkitkan dari citra satelit berada pada kisaran 273 °K – 301 °K atau 0 °C – 28 °C dan umumnya lebih rendah dari hasil pengukuran pada stasiun iklim. Hal ini disebabkan suhu udara yang dibangkitkan dari citra satelit mengacu pada waktu perekaman oleh satelit dan perekaman citra satelit MODIS untuk kawasan Manokwari umumnya dilakukan pada pukul 08.00 – 09.00 WIT. Berdasarkan metode RMSE, akurasi citra satelit MODIS dalam membangkitkan informasi suhu udara di Kabupaten Manokwari sebesar 84,32% dibanding metode pengukuran atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 15,68% sehingga citra satelit MODIS dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam membangkitkan informasi suhu udara.

Kata kunci: Suhu udara, citra satelit, MODIS.

Pendahuluan

Air merupakan modal dasar bagi berlangsungnya usaha pertanian, khususnya bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu udara merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan air tanaman. Terbatasnya jumlah stasiun iklim serta penyebarannya yang tidak merata mengakibatkan tidak semua wilayah memiliki informasi suhu udara sehingga menjadi kendala dalam melakukan analisis kebutuhan air tanaman. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2018), jumlah stasiun klimatologi yang ada di Indonesia saat ini sekitar 1197 stasiun yang terdiri atas 180 stasiun pada pos meteorologi dan geofisika, dan 1017 berupa *Automatic Weather Station* (AWS).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan jumlah stasiun iklim dalam membangkitkan informasi suhu udara. Penginderaan jauh merupakan teknologi terkini yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi fisik permukaan bumi serta fenomena geografi melalui analisa data yang diperoleh dari sensor. Penelitian tentang pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk membangkitkan informasi suhu udara telah dilakukan oleh peneliti dari berbagai negara, diantaranya Akbari *et al* (2008), Flores dan Lillo (2010), Widyasamratri *et al* (2013), Williamson *et al* (2014), Zhou *et al* (2014), Zeng *et al* (2015), Zhang *et al* (2015), Noi *et al* (2016), Sahin *et al* (2016), Liu *et al* (2016), Laosuwan *et al* (2017), Liu *et al* (2017), Mira *et al* (2017), Noi *et al* (2017), dan Yang *et al* (2017). Penelitian – penelitian tersebut menyatakan bahwa akurasi teknologi penginderaan jauh dalam membangkitkan informasi suhu udara sebesar 83% hingga 97%.

Citra satelit merupakan salah satu produk teknologi penginderaan jauh. Citra satelit yang dapat digunakan untuk membangkitkan informasi suhu udara adalah citra satelit yang dilengkapi dengan spektrum gelombang elektromagnetik (band) *red*, *near-infrared*, dan *thermal infrared*. Beberapa citra satelit yang dilengkapi band tersebut antara lain *Moderate Resolution Imaging Spektoradiometer* (MODIS), *Geostasionary Enviromental Sattelite* (GOES), *LAND observation SATtelite* (LANDSAT), *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER), dan *National Oceanic and Atmospheric Administration – Advanced Very High Resolution Radiometer* (NOAA – AVHRR).

Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Manokwari pada bulan Maret – April 2018. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data satelit *Moderate Resolution Imaging Spektoradiometer* (MODIS) perekaman 2016 dan 2017. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer, perangkat lunak Modis Swath Tool, dan Quantum GIS.

Untuk membangkitkan suhu udara dari citra satelit MODIS dilakukan menggunakan pendekatan penutup lahan dengan persamaan sebagai berikut (Hong, 2008):

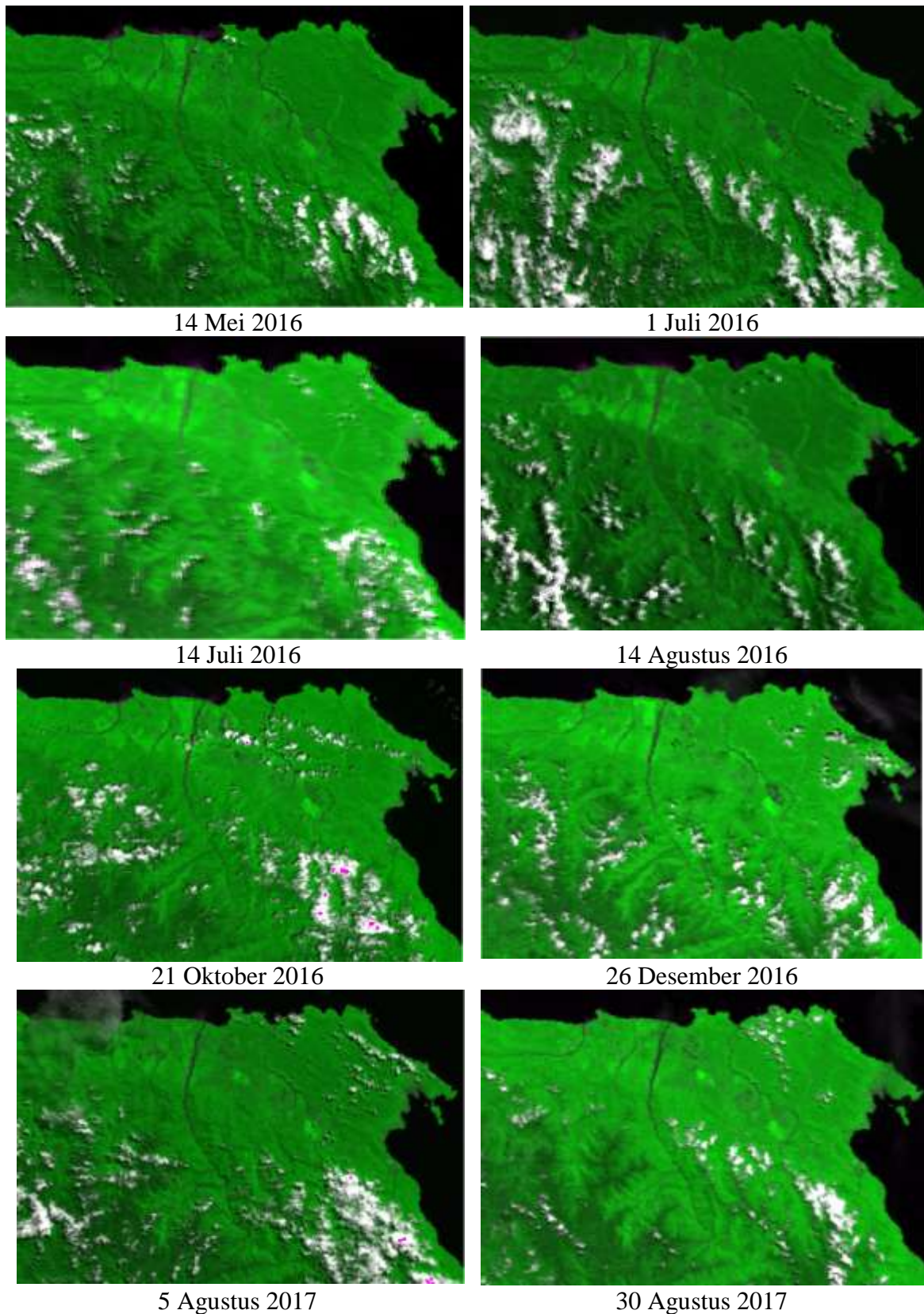
$$T_a = 0,9731 T_s + 7,5878 \cdot NDVI - 5,0638 \cdot \cos \theta - 2,7233 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- T_a = Suhu udara (°K)
- T_s = Suhu permukaan lahan (°K)

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index* atau indeks vegetasi ternormalisasi

θ = Sudut zenit matahari (radian)



Gambar 1. Raw data citra satelit MODIS yang digunakan dalam penelitian

Suhu permukaan lahan (T_s) merupakan suhu bagian terluar dari suatu objek. Suhu permukaan data satelit MODIS dihitung menggunakan persamaan berikut (Hong, 2008):

$$T_s = \frac{T_b}{\varepsilon_0^{0,25}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

T_s = Suhu permukaan ($^{\circ}\text{K}$)

T_b = Suhu kecerahan ($^{\circ}\text{K}$)

ε_0 = Emisivitas permukaan

Suhu kecerahan (T_b) dihitung berdasarkan nilai radiansi band *thermal infrared* dengan persamaan sebagai berikut (Williams, 2004):

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\gamma} + 1\right)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

T_b = Suhu kecerahan ($^{\circ}\text{K}$)

L_γ = Nilai radiansi band thermal ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{ster}\cdot\mu\text{m}$)

K_1, K_2 = Konstanta kalibrasi

K_1 = $1,19107 \times 10^8 \text{ W } \mu\text{m}^4 \text{ m}^2\cdot\text{ster}$

K_2 = $1,43883 \times 10^4 \mu\text{m K}$

Emisivitas permukaan (ε_0) merupakan rasio antara energi panas yang dipancarkan oleh permukaan bumi dengan energi panas yang dipancarkan oleh benda gelap pada suhu yang sama. Emisivitas permukaan dihitung menggunakan pendekatan indeks vegetasi ternormalisasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Emisivitas permukaan dihitung menggunakan persamaan berikut (Bastiaanssen *et al.*, 2002):

$$\varepsilon_0 = 1,009 + 0,47 \cdot \ln(\text{NDVI}) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

ε_0 = Emisivitas permukaan

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

Normalized Difference Vegetation Index atau Indeks vegetasi ternormalisasi merupakan sebuah indeks atau angka yang digunakan untuk mengetahui tingkat absorpsi (daya serap) dan reflektansi (daya pantul) dari klorofil. NDVI pada citra satelit MODIS dihitung menggunakan persamaan berikut (Vermote, 1999):

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{Band 2}} - \rho_{\text{Band 1}}}{\rho_{\text{Band 2}} + \rho_{\text{Band 1}}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

NDVI = Normalized Difference Vegetation Index

P_{Band 2} = Nilai reflektansi band 2 (*near-infrared*) citra MODIS

P_{Band 1} = Nilai reflektansi band 1 (*red*) citra MODIS

Akurasi evapotranspirasi hasil analisis citra satelit diuji menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) yang dibandingkan dengan metode perhitungan berdasarkan data iklim. RMSE dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - Y_i}{X_i} \right)^2} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

RMSE = *Root mean square error*

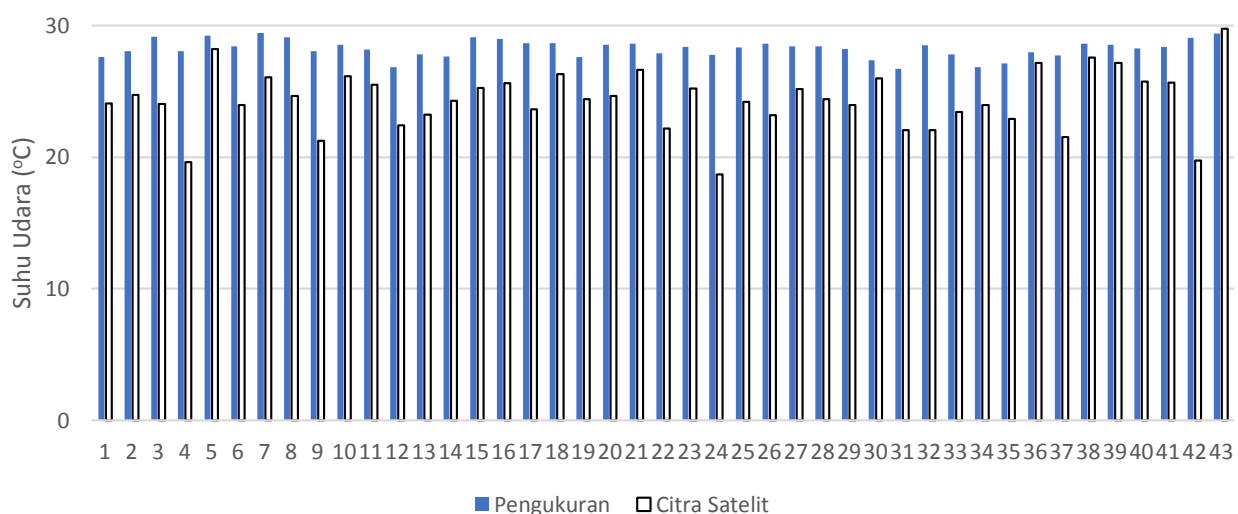
X_i = Nilai hasil pengamatan

Y_i = Nilai hasil data satelit

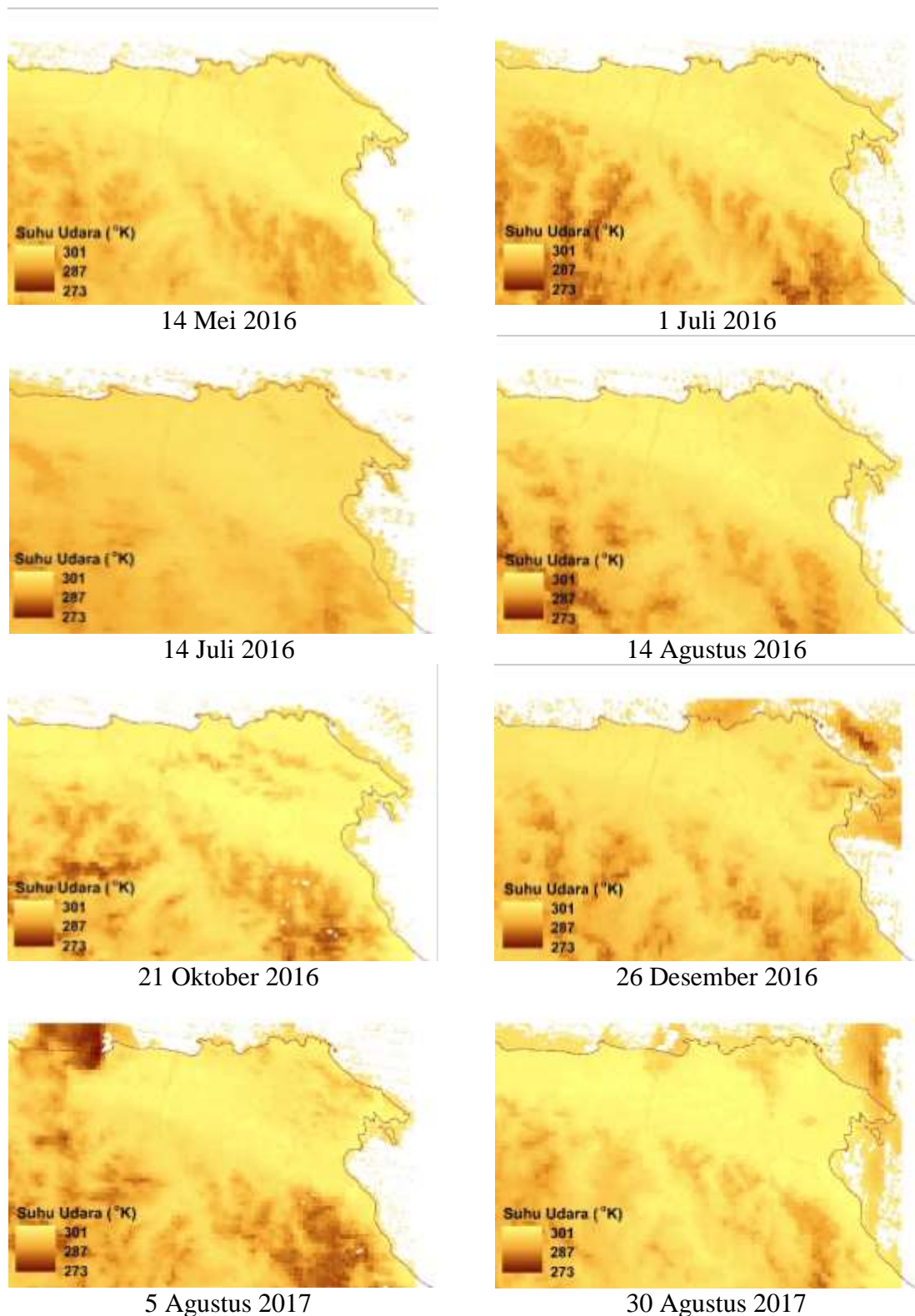
n = Jumlah data

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil interpretasi citra satelit pada beberapa periode perekaman 2016 - 2017, suhu udara di Kabupaten Manokwari berada pada kisaran 273°K – 301°K atau 0°C – 28°C. Suhu terendah terjadi pada kawasan yang tertutup awan, sehingga nilai suhu udara mendekati 0. Sedangkan suhu udara tertinggi berada dikawasan pantai dan permukiman. Distribusi suhu udara di Kabupaten Manokwari pada beberapa periode perekaman citra satelit disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik perbandingan suhu udara hasil pengukuran dan interpretasi citra satelit.



Gambar 3. Distribusi suhu udara di Kabupaten Manokwari.

Berdasarkan Gambar 2, informasi suhu udara yang dibangkitkan dari citra satelit pada umumnya lebih rendah dari hasil pengukuran pada stasiun iklim. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya;

1. Suhu udara yang dibangkitkan dari citra satelit mengacu pada waktu perekaman oleh satelit, sedangkan suhu udara pada stasiun iklim berdasarkan hasil pengukuran sepanjang hari,
2. Perekaman citra satelit MODIS untuk kawasan Manokwari umumnya dilakukan pada pukul 08.00 – 09.00 WIT, sehingga suhu udara maksimum $< 30^{\circ}\text{C}$.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kawasan bertopografi rendah pada umumnya memiliki suhu udara yang lebih tinggi dibandingkan kawasan bertopografi tinggi, dan kawasan yang didominasi oleh vegetasi memiliki suhu udara lebih rendah dibandingkan kawasan yang didominasi oleh non vegetasi.

Dari hasil uji menggunakan metode RMSE, akurasi citra satelit MODIS dalam membangkitkan informasi suhu udara sebesar 84,32% dibanding hasil pengukuran pada stasiun iklim atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 15,68%.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Citra satelit yang dilengkapi dengan band *red*, *near-infrared*, dan *thermal infrared* dapat digunakan untuk membangkitkan informasi suhu udara,
2. Pemanfaatan citra satelit *Moderate Resolution Imaging Spektrometri* (MODIS) dalam membangkitkan informasi suhu udara di Kabupaten Manokwari memiliki akurasi sebesar 84,32% dibanding metode pengukuran atau memiliki tingkat penyimpangan sebesar 15,68% sehingga citra satelit MODIS dapat digunakan sebagai solusi alternatif dalam membangkitkan informasi suhu udara.

Agar akurasi citra satelit MODIS dalam membangkitkan informasi suhu udara dapat dipertanggung jawabkan, maka jumlah citra satelit yang diuji serta jumlah stasiun iklim pembandingan perlu diperbanyak serta perlu diaplikasikan di daerah lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada RISTEKDIKTI – Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi tahun anggaran 2018.

Daftar Pustaka

Akbari, V., J. Amini, M.R. Saradjian, M. Motagh. 2008. *Estimation of Atmospheric Temperature and Humidity Profiles from MODIS and Radiosond Data Using Artificial Neural Network*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. Vol XXXVII. Beijing

- Bastiaanssen, W., R. Waters, R. Allen, M. Tasumi, R. Trezza. 2002. *SEBAL: Surface Energy Balance Algorithm for Land*. University of Idaho. Kimberly.
- BMKG. 2018. Metadata Stasiun Iklim. <http://www.bmkg.go.id/>. Diakses 28 Februari 2018.
- Flores, F., dan M. Lillo. 2010. *Simple Air Temperature Estimation Method from MODIS Satellite Images on a Regional Scale*. Chilen Journal of Agricultural Research. Vol. 70. Page 436 – 445.
- Hong, S. 2008. *Mapping Regional Distributions of Energy Balance Components using Optical Remotely Sensed Imagery*. Disertation. New Mexico Institute of Mining and Technology. New Mexico.
- Laosuwan, T., T. Gomasathit, T. Rotjanakusol. 2017. *Application of Remote Sensing for Temperature Monitoring: The Technique for Land Surface Temperature Analysis*. Journal of Ecological Engineering. Vol 18. Page 53 – 60.
- Liu, S., H. Su, J. Tian, R. Zhang, W. Wang, Y. Wu. 2017. *Evaluating Four Remote Sensing for Estimating Surface Air Temperature on a Regional Scale*. Journal of Applied Meteorology and Climatology. Vol. 56. Page 803 – 814.
- Liu, S., H. Su, R. Zhang, J. Tian, W. Wang. 2016. *Estimating the Surface Air Temperature by Remote Sensing in Northwest China using an Improved Advection – Energy Balance for Air Temperature Model*. Advances in Meteorology Journal. Vol. 2016.
- Mira, M., M. Ninyerola, M. Batalla, L. Pesquer, X. Pons. 2017. Improving Mean Minimum and Maximum Month-to-Month Air Temperature Surfaces Using Satellite-Derived Land Surface Temperature. Remote Sensing Journal. Vol 9. Page 1313 – 1336.
- Noi, P.T., J. Degener, M. Kappas. 2017. *Comparison of Multiple Linear Regression, Cubist Regression, and Random Forest Algorithms to Estimate Daily Surface Temperature from Dynamic Combinations of MODIS LST Data*. Remote Sensing Journal. Vol 9. Page 398 - 420.
- Noi, P.T., M. Kappas, J. Degener. 2016. *Estimating Daily Maximum and Minimum Land Air Surface Temperature Using MODIS Land Surface Temperature Data and Ground Truth Data in Northern Vietnam*. Remote Sensing Journal. Vol 8. Page 1002 - 1025.
- Sahin, M., B.Y. Yildiz, O. Senkal, V. Pestemalci. 2012. *Forecasting of Air Temperature Based on Remote Sensing*. Gazi University Journal of Science. Gazi University. Ankara.
- Vermote, E.F., A. Vermeulen. 1999. Atmospheric Correction Algorithm: Spectral Reflectance (MOD09). University of Maryland. College Park.
- Widyasamratri, H., K. Souma, T. Suetsugi, H. Ishidaira, Y. Ichikawa, H. Kobayashi, I. Inagaki. 2013. *Air Temperature Estimation from Satellite Remote Sensing to detect of Urbanization in Jakarta – Indonesia*. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences. Vol 4. Page 800 – 805.
- Williams, D. 2004, *Landsat-7 Science Data User's Handbook*, Acquired from <https://landsat.usgs.gov/landsat-7-data-users-handbook>, National Aeronautics and Space Administration. diakses pada 5 Maret 2018.
- Williamson, S.N., D.S. Hik, J.A. Gamon, J.L. Kavanaugh, G.E. Flowers. 2014. *Estimating Temperature Fields from MODIS Land Surface Temperature and Air Temperature Observations in a Sub-Arctic Alpine Environment*. Remote Sensing Journal. Vol 6. Page 946 – 963.
- Yang, Y.Z., W.H. Cai, J. Yang. 2017. *Evaluation of MODIS Land Surface Temperature Data to Estimate Near-Surface Air Temperature in Northeast China*. Remote Sensing Journal. Vol 9. Page 410 – 428.
- Zeng, L., B.D. Wardlow, T. Tadesse, J. Shan, M.J. Hayes, D. Li, D. Xiang. 2015. *Estimation of Daily Air Temperature Based on MODIS Land Surface Temperature Products over the Corn Belt in the US*. Remote Sensing Journal. Vol 7. Page 951 – 970.

- Zhang, R., Y. Rong, J. Tian, H. Su, Z. Li, S. Liu. 2015. *A Remote Sensing Method for Estimating Surface Air Temperature and Surface Vapor Pressure on a Regional Scale*. Remote Sensing Journal. Vol 7. Page 6005 – 6025.
- Zhou, J., X. Zhang, W. Zhan, H. Zhang. 2014. *Land Surface Temperature Retrieval from MODIS Data by Integrating Regression Models and Genetic Algorithm in an Arid Region*. Remote Sensing Journal. Vol 6. Page 5344 – 5367.